

6. Планування та обґрунтування оснащення шкільної майстерні: наявності та розташування меблів, обладнання, пристроїв, інструментів, їх відповідність послідовності технологічних операцій.

7. Аналіз естетичних умов праці: кольорового оформлення приміщення майстерні (цеху), меблів, обладнання, наочності, попереджувальних знаків; озеленення майстерні та прилеглої території.

8. Аналіз санітарно-гігієнічних умов праці.

9. Аналіз стану дидактично-методичного забезпечення навчальної майстерні, умов зберігання та розташування наочних і методичних посібників згідно ергономічних вимог або технологічної та технічної документації цеху.

Виконання цих завдань вимагає мобілізації конструктивної, розрахункової, технологічної, методичної, економічної, спеціальної, графічної та ергономічної підготовки студентів. Результатом навчально-дослідної роботи студентів має стати, проєкт – комплект документації на розробку технологічного процесу виготовлення певної кількості моделей одягу в межах однієї системи крою базової моделі та моделей-модифікацій.

Індивідуальні навчально-дослідні завдання сприяють розширенню, поглибленню і уточненню теоретичних знань, одержаних на лекціях та під час практичних занять, забезпечують вироблення навичок та умінь застосовувати знання для розв'язання практичних і теоретичних завдань, а також формують професійні якості майбутнього спеціаліста. Важливо формувати індивідуальні завдання так, щоб кожний студент був зайнятий напруженою самостійною роботою, виявляв творчість, самостійність у пошуку розв'язань завдань і вправ. Разом з тим, враховуючи індивідуальні особливості та можливості студентів, викладач, виступаючи у ролі консультанта, має допомагати тим, хто цього потребує [5, с. 135]. При впровадженні кредитно-модульної технології навчання роль викладача змінилася. Виступаючи у ролі тьютора викладач консультує, допомагає студентам вирішувати навчальні завдання, але важливо при консультуванні не вирішувати завдання за студента.

Кредитно-модульна система навчання спонукає студентів до самоосвіти, яку все ще спрямовують викладачі, адже саме вони рекламують певну галузь знань, стимулюючи інтерес до володіння певною системою знань, умінь, навичок. Викладач допомагає визначити той комплекс технологій, які необхідні для здійснення якісної професійної діяльності у певній галузі виробництва, науки, техніки.

Список літератури: 1. Дичківська І.М. Інноваційні педагогічні технології: [навч. посіб.] / І.М. Дичківська — К.: Академвидав, 2004. — 352 с. 2. Козуб Ю. Сучасні вимоги до особистісних та професійних якостей учителя трудового навчання / Ю. Козуб, В. Бурдун. // Інноваційні технології в професійній підготовці вчителя трудового навчання: проблеми теорії і практики: зб. наук. праць — Вип. 2. — Полт. держ. пед. ун-т імені В.Г. Короленка. — Полтава: ПДПУ, 2007. — С. 393 – 397. 3. Оршанський Л.В. Метод проєктів як інтерактивна технологія підготовки майбутнього вчителя трудового навчання / Л.В. Оршанський // Інноваційні технології в професійній підготовці вчителя трудового навчання: проблеми теорії і практики: зб. наук. праць — Вип. 2 — Полт. держ. пед. ун-т імені В.Г. Короленка. — Полтава: ПДПУ, 2007 р. — С. 152 – 157. 4. Педагогика и психология высшей школы: [учеб. пособие для студентов и аспирантов вузов] / [М.В. Буланова-Топоркова, А.В. Духавнева, Л.Д. Столяренко и др.] ; отв. ред. С.И. Самыгин. — Ростов-н/Д.: Феникс, 2002. — 544 с. 5. Слєпкань З.І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі / З.І. Слєпкань. — К.: НПУ, 2000. — 210 с.

Поступила в редколлегию 01.10.2010

УДК 621.785.33

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА МАССИВНЫХ ОТЛИВОК С РАБОЧИМ СЛОЕМ ИЗ СРЕДНЕХРОМИСТОГО ЧУГУНА ТИПА Nihard 4

Исследованы особенности структурообразования среднехромистого чугуна типа Nihard 4. Предложен модификатор Reseed® inoculant, который позволяет обеспечить получение однородного уровня твердости. Для его повышения рекомендован режим термической обработки, который за счет дополнительного распада остаточного аустенита увеличивает твердость на 3-4 ед.HS. Рекомендована зависимость, позволяющая по H_c прогнозировать уровень твердости рабочего слоя.

Досліджені особливості структуроутворення середньохромистого чавуну типу Nihard 4. Запропонований модифікатор Reseed® inoculant, який дозволяє забезпечити отримання однорідного рівня твердості. Для його підвищення рекомендований режим термічної обробки, який за рахунок додаткового розпаду залишкового аустеніту збільшує твердість на 3-4 од.HS. Рекомендована залежність, що дозволяє по H_c прогнозувати рівень твердості робочого шаруючи.

Постановка проблемы. Современные хромоникелевые чугуны, применяемые для производства рабочего слоя массивных двухслойных отливок, - являются сложнолегированными многокомпонентными материалами. Их высокая эксплуатационная стойкость определяется обособностью выбора состава, модифицирования, варианта термической обработки и изготовления с учетом условий эксплуатации.

Для повышения качества таких материалов в последнее время за рубежом используют дополнительное легирование, преимущественно хромом. Однако химический состав, технология, параметры литья и термообработки таких изделий, обеспечивающие длительный жизненный цикл, предприятиями изготовителями не разглашаются. Поэтому важными являются исследования по изучению особенностей структурообразования таких материалов, включая первичную кристаллизацию и превращения в твердом состоянии, а также разработка неразрушающих методов контроля их качества

Анализ последних исследований и публикаций. Согласно проведенным исследованиям, выполненным по проспектам зарубежных фирм, установлено, что для повышения уровня свойств (особенно износостойкости) хромоникелевых чугунов в их состав дополнительно вводят повышенное количество хрома - 7-8,5%. В этом случае по данным Цыпина [1, с.5-10] возможна кристаллизация как карбидов цементитного типа Me_3C , так и - тригональных типа Me_7C_3 . По химическому составу данный среднехромистый чугун близок к типу Nihard 4 (табл. 1), однако в последнем концентрация кремния, никеля, хрома и углерода имеют более широкие пределы.

Предлагается использовать неразрушающий метод контроля свойств по магнитному параметру – коэрцитивной силе (H_c). Это позволит прогнозировать их уровень до и после термической обработки отливок. Однако в настоящее время отсутствуют сведения о его использовании для такого материала, как за рубежом, так и в Украине. Недостаточно изучено и влияние различных модификаторов на уровень свойств такого чугуна.

Цель статьи – повысить качество среднехромистого чугуна с содержанием 7-8,5%Cr за счет выбора рационального модификатора на основе оценки особенностей структурообразования материала. Установить зависимости, позволяющие по H_c прогнозировать уровень свойств отливок.

Изложение основного материала. Анализировали массивные отливки Ø670 мм и длиной бочки 1800 мм с различной концентрацией химических элементов в рабочем слое, степенью эвтектичности и количеством вводимого модификатора (табл. 2). Выполнили оценку микротвердости различных составляющих (табл. 3). Технологические параметры заливки приведены в табл. 4.

Таблица 1. Химический состав чугунов типа Nihard 4,¹ применяемых за рубежом

Страна	Компания	Обозначение материала	Содержание элементов, %								Основа чугуна
			C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	
Германия	ALLARD-EUROPE	ALLADUR400	2,5-3,5	1,5-2,2	н.д. ²	н.д.	н.д.	8,0-10,0	4,5-6,5	н.д.	Мартенситная ³
	ZIRL GUSS GES.M.B.H.	Nihard 4	2,5-3,0	1,5-2,2	0,3-0,7	н.д.	н.д.	8,0-10,0	4,5-6,5	0,5	Н.д.
США	WEATHERLY CASTING & MACHINE CO	Ni-Hard 4	2,7-3,5	до 2	до 2	н.д.	н.д.	7,0-11,0	4,9-7,0	до 1,5	Мартенситная. Допускается незначительное количество остаточного аустенита. Карбидная фаза Me ₇ C ₃
	WILFLEY	Nihard 4	2,5-3,6	до 2	до 2	до 0,10	до 0,15	7,0-11,0	4,5-7,0	до 1,5	Мартенситная
	A.G.ANDERSON LTD	A532:CLI-D	2,5-3,6	до 2	до 2	н.д.	н.д.	7,0-11,0	4,5-7,0	до 1,5	Н.д.
Сингапур	SWANMET ENGINEERING PTE LTD	NH4	3,2-3,6	н.д.	0,2-0,8	н.д.	н.д.	8,0-10,0	4,0-6,0	н.д.	Мартенситная
Италия	FONDERIE GIROUD INDUSTRIE	EN-GJN-HV600	2,5-3,5	1,5-2,5	0,3-0,8	до 0,08	до 0,08	8,0-10,0	4,5-6,5	-	Н.д.
Великобритания	DUCTILE CASTING LTD	EN-GJN-HV600	2,5-3,5	1,5-2,5	0,3-0,8	до 0,08	до 0,08	8,0-10,0	4,5-6,5	-	Н.д.

Примечание: 1. Среднехромистый чугун выпускается согласно стандартов: ASTM A532 Class I, Type D; DIN 1695 (GX300CrNiSi9.5.2); EN12513 (EN-GJN-HV600, EN-JN2049); BS4844 Pt Types 2E; 2. Н.д. – нет данных; 3. По данным немецкой вальцелитейной фирмы WALZEN IRLE GmbH наилучший уровень свойств и минимальный их спад по глубине обеспечивается при наличии мартенситной матрицы, упрочненной спецкарбидом хрома - Me₇C₃. Указан тип чугуна – Nihard 4, однако химический состав отсутствует.

Таблица 2. Химический состав рабочего слоя среднехромистых валков ЛПХ8Ндц

Условный № вала	Содержание элементов, %										Масса металла, кг	Степень эвтектичности, S _э	Модифицирование
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V			
1	3,23	1,56	0,57	0,043	0,009	8,10	4,20	0,22		0,13	2250	1,06	В ковш 3 кг Reseed + флюс
2	3,22	1,59	0,63	0,054	0,021	8,44	3,90	0,24	0,06	0,10	2400	1,07	В ковш 4 кг Reseed + 2 кг буры
3	3,14	1,59	0,55	0,04	0,014	8,12	3,73	0,26	0,067	0,12	2160	1,03	В ковш 4 кг Reseed + 3 кг буры
4	3,24	1,57	0,58	0,051	0,022	7,54	3,80	0,22		0,11	2120	1,05	5 кг Superseed + флюс + 2 кг буры
5	3,24	1,70	0,58	0,051	0,020	7,73	3,80	0,22		0,11	2180	1,07	3 кг Superseed + флюс

Таблица 3. Микротвердость структурных составляющих рабочего слоя исследуемых валков ЛПХ8Ндц

Степень эвтек-	Микротвердость						Примечание
	феррит	аустенит	троостит	сорбит	мартенсит	Карбиды	

тично- сти						Me_7C_3 (Me_{23}C_6)	Me_3C	
$\frac{1,03-1,0}{6}$ 1,05	$\frac{138-190}{161}$	$\frac{175-210}{182}$	$\frac{300-392}{338}$	$\frac{221-289}{247}$	-	-	$\frac{607-845}{723}$	Характерны тем- ные границы
$\frac{1,7-1,7}{1,7}$	-	-	$\frac{321-400}{392}$	$\frac{203-252}{236}$	$\frac{488-607}{569}$	$\frac{1013-1101}{1057}$	$\frac{705-893}{800}$	Частичный распад аустенита с форми- рованием бесструк- турной оторочки

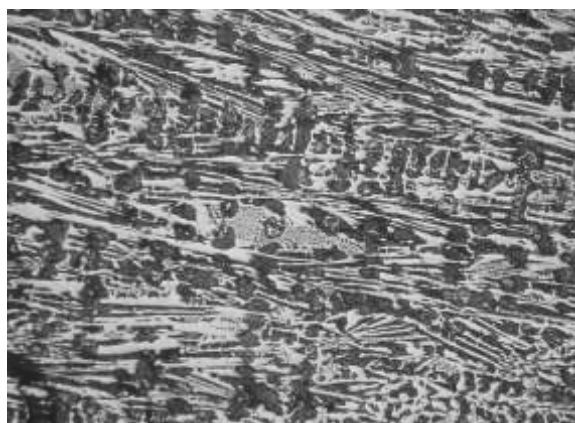
Примечание. Микротвердость измерена при нагрузке 50 г, в числителе приведен разброс, в знаменателе среднее значение.

Таблица 4. Технологические параметры заливки исследуемых двухслойных валков исполнения ЛПХ8НДЦ

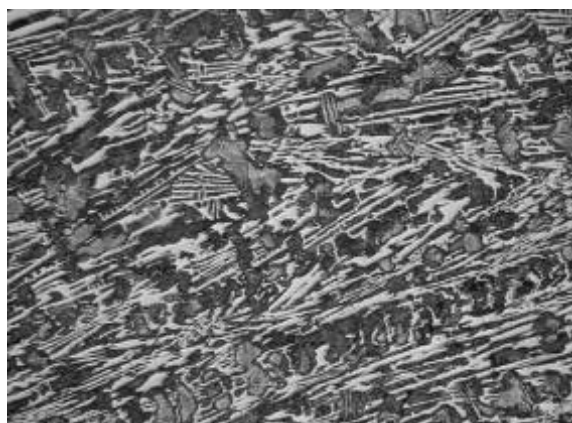
Условный № валка	Толщина покры- тия на кокиль, мм	Температура, °С		Выдержка, мин.	Примечание
		кокиля	заливки		
1	3,3-3,4	150	1420	6,9	Промывка при температуре 1310 °С
2	3,5-3,6	200	1415	7	Промывка при температуре 1325 °С
3	3,4-3,5	142	1420	7	Промывка при температуре 1315 °С
4	3,4-3,5	156	1400	6,9	Промывка при температуре 1310 °С
5	3,4-3,5	178	1420	7,1	Промывка при температуре 1320 °С

Микроструктура исследуемых чугунов имеет промежуточное строение между хромоникелевыми и высокохромистыми. Карбидная фаза представлена как колониями ледебурита (рис. 1, а), так и грубым конгломератом карбидных фаз (см. рис. 1, б).

Наиболее высокие значения прочностных характеристик и H_c соответствуют среднехромистым валкам по сравнению с хромоникелевыми, у которых доля темнотравящейся фазы минимальна. Для среднехромистых валков характерен наиболее полный распад остаточного аустенита уже в процессе охлаждения после литья, а также неоднородность матричной фазы (рис. 2).

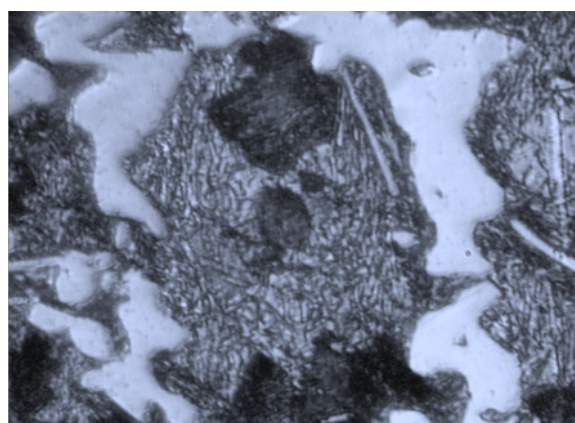


а)

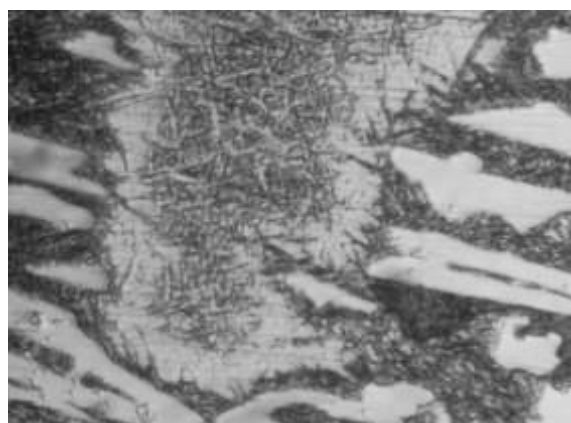


б)

Рис. 1. Микроструктура рабочего слоя валков из среднехромистого чугуна: а – колонии ледобурита пластинчатого строения; б – грубый конгломерат фаз. Травление 4%-ным раствором HNO_3 , $\times 100$



а)



б)

Рис. 2. Микроструктура рабочего слоя валков из среднехромистого чугуна с тонкоигольчатой структурой: а – участки, в которых превращение остаточного аустенита прошло наиболее полно и по структуре близко к матричной фазе хромоникелевого чугуна; б – неоднородные участки, характерные для высокохромистых сплавов. Травление 4%-ным раствором HNO_3 , $\times 1000$

Присутствуют как участки близкие по своей структуре к матричной фазе хромоникелевых валков (см.рис. 2,а), так и неоднородные участки, характерные для матричной фазы высокохромистых валков (см.рис. 2,б).

Микротвердость таких неоднородных участков – по центру зерна Н-50-289. Встречается два типа структур, прилегающих к границе зерна. Это участки с повышенной травимостью и микротвердостью Н-50-260 и слаботравящиеся традиционными реактивами - с микротвердостью Н-50-338, что соответствует аустениту.

Отличительной особенностью матрицы по сравнению с хромоникелевыми сплавами и высокохромистыми является повышенная засоренность включениями темного цвета, а также большее разнообразие идентифицируемых по микротвердости, строению и данным рентгеноструктурного анализа (табл. 5) структурных составляющих – феррита, остаточного аустенита, троостита, сорбита, мартенсита. Присутствуют как карбиды цементитного типа Me_3C , так и спецкарбиды Me_7C_3 , Me_{23}C_6 . При пониженной концентрации хрома (до 5-6%) формируется эвтектика ледобуритного типа, где ведущей фазой является легированный цементит. Микротвердость карбидов, рядом с участками повышенной травимости (см.рис. 2,а) составляет Н-50-705-893.

При повышенной концентрации хрома (более 7-8%) формируется аустенито-хромистокарбидная эвтектика, где матричной фазой является аустенит, а разветвленной - тригональный карбид Me_7C_3 с микротвердостью Н-50-1013-1101 (см.рис. 2,б).

Известно [2], что для сплава близкого по составу к изучаемому среднехромистому (отличается повышенным содержанием никеля – до 6%), на тип формируемой эвтектики существенно влияет содержание кремния.

Таблица 5. Рентгеноструктурный анализ рабочего слоя среднехромистого вала

2 Θ	I/I	d, Å	Фазы	2 Θ	I	d, Å	Фазы
12,1	оч. сл.	7,314	Н.и.	53,0	ср.	1,728	Cr_7C_3
30,0	сл.	2,978	Н.и.	54,8	сл.	1,675	$Cr_{23}C_6$
35,6	оч. сл.	2,522	Н.и.	58,3	оч. сл.	1,583	$Cr_{23}C_6$
37,9	ср.	2,376	$Cr_{23}C_6$; Fe_3C	62,0	оч. сл.	1,497	Н.и.
39,9	ср.	2,259	Cr_7C_3	65,0	ср.	1,435	α -Fe
41,0	оч. сл.	2,201	$Cr_{23}C_6$	66,8	оч. сл.	1,400	Н.и.
43,1	ср.	2,099	γ -Fe; Fe_3C	72,2	оч. сл.	1,308	γ -Fe
45,0	оч. сл.	2,014	α -Fe; Fe_3C	74,6	оч. сл.	1,272	$Cr_{23}C_6$
46,8	оч. сл.	1,941	Н.и.	78,4	оч. сл.	1,222	$Cr_{23}C_6$
48,8	сл.	1,866	$Cr_{23}C_6$; Cr_7C_3	82,6	ср.	1,168	α -Fe; $Cr_{23}C_6$
49,4	сл.	1,845	Fe_3C	83,8	ср.	1,154	Cr_7C_3
50,1	оч. сл.	1,821	γ -Fe	88,9	оч. сл.	1,101	γ -Fe; $Cr_{23}C_6$
52,1	оч. сл.	1,756	Cr_7C_3	99,2	ср.	1,056	γ -Fe

Примечание. Н.и. - не удалось идентифицировать; I/I – относительная интенсивность дифракционного максимума; d – межплоскостное расстояние, ангстрем; Θ – угол скольжения

Так, при содержании 0,3-1,2%Si зафиксирована sdвоенная структура эвтектики – ведущей фазой является спецкарбид Me_7C_3 , окруженный карбидом цементитного типа Me_3C . Структура дополнительно содержит ледебурит (Me_3C и аустенит). При содержании 1,6%Si эвтектика состоит только из спецкарбида Me_7C_3 , а в структуре отмечено незначительное количество ледебурита. Повышение содержания кремния до 2,3% приводит к формированию эвтектики на основе спецкарбида и полному отсутствию ледебурита в структуре чугуна.

Для оценки однородности распределения компонентов по структурным составляющим среднехромистого чугуна выполнили микрорентгено-спектральные исследования (рис. 3).

В центре зерна (см. рис. 3, б), с микротвердостью Н-50-488-607 (среднее Н-50-555), содержится (рис. 4, а): 4,14%Cr, 0,44%Mn, 4,47%Ni, 1,89%Si. Также присутствует незначительное количество оксидов (рис. 5). Данная зона обеднена углеродом, по сравнению с расположенными рядом.

На расстоянии 20 мкм в более темной и дисперсной зоне зерна содержится (см.рис. 6.31,б): 3,31%Cr, 0,59%Mn, 4,41%Ni, 2,09%Si. Концентрация кислорода в данной зоне по сравнению с центром выше – на 20%, что свидетельствует о том, что темный цвет структурной составляющей обусловлен её составом. Концентрация углерода в данной зоне также повышена на 23,5% по сравнению с центром. Микротвердость составляет Н-50-203-392 (среднее Н-50-310), что соответствует сорбиту и трооститу.

На расстоянии 40 мкм от центра зерна, у его края, замерить достоверно микротвердость не удалось, однако качественно определено, что её уровень близок к прилегающей зоне зерна (для зерен с выраженной неоднородностью данные приведены выше). Однако для некоторых зерен, в том числе и для края, микротвердость составляет Н-50-175-180 (среднее Н-50-178), что соответствует ферриту.

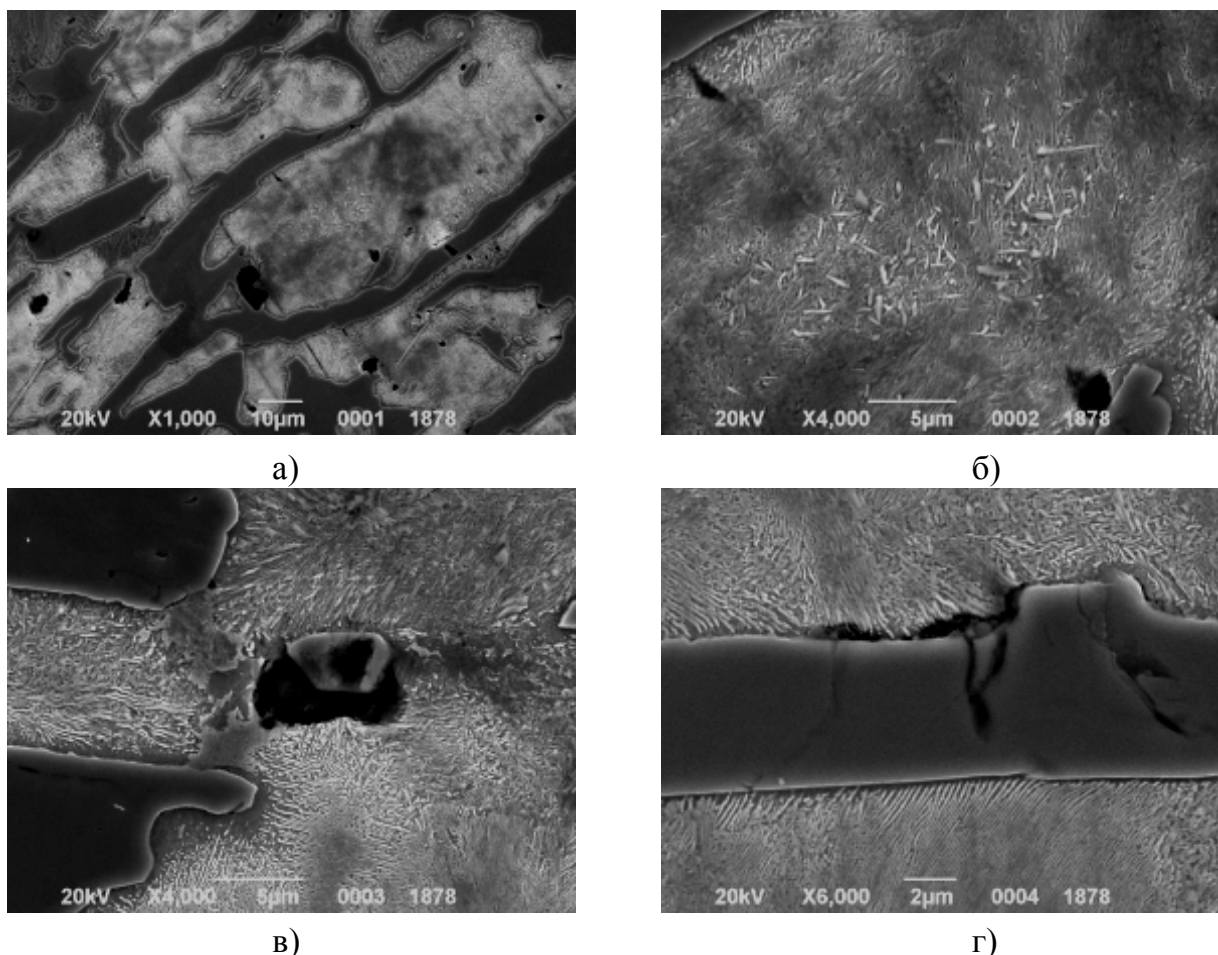


Рис. 3. Микроструктура среднехромистого чугуна: а – общий вид зерен матричной фазы и карбидов; б – матричная фаза и выделения по центру зерна; в - включение темного цвета - графит; г – микротрещины в карбидной фазе. Травление 4%-ным раствором HNO_3

В исследуемой зоне содержится (см.рис. 4,в): 2,36%Cr, 0,49%Mn, 4,73%Ni, 0,18%P, 2,58%Si. Концентрация кислорода практически не изменяется и составляет 2,16%. Из этого следует, что металл плохо раскислен.

В карбидной фазе, в зоне с микротвердостью H-50-1013-1101 содержится: 16,44%Cr, 0,84%Mn, 0,47%Ni, 1,08%Mo, 0,23%S, что соответствует карбиду типа Me_7C_3 . Наличие примеси серы (до 0,23%) связано с включениями MnS в зонах, прилегающих к карбидной фазе. В карбидной фазе, расположенной на расстоянии 2-3 мм от анализируемого зерна содержится: 8,60%Cr, 0,70%Mn, 1,42%Ni, 0,13%V, что соответствует карбиду цементитного типа.

Оценка микроструктуры чугуна позволила выявить большое количество включений с микротвердостью H-50-203-252. Данные включения представляют собой сложные соединения на базе сульфида марганца и оксидов железа (см.рис. 2).

Для среднехромистого чугуна повышение количества вводимого модификатора Reseed[®] inoculant (RS) совместно с бурой понижает твердость и H_c :

$$HS = 86,5 - 2,5RS \quad (1)$$

$$H_c = 57,1 - 9,8RS \quad (2)$$

$$HS = 68,78 + 0,39H_c \quad (3)$$

В то же время модифицирование только Reseed[®] inoculant позволяет повысить твердость до 79HS при равномерной её однородности по бочке вала.

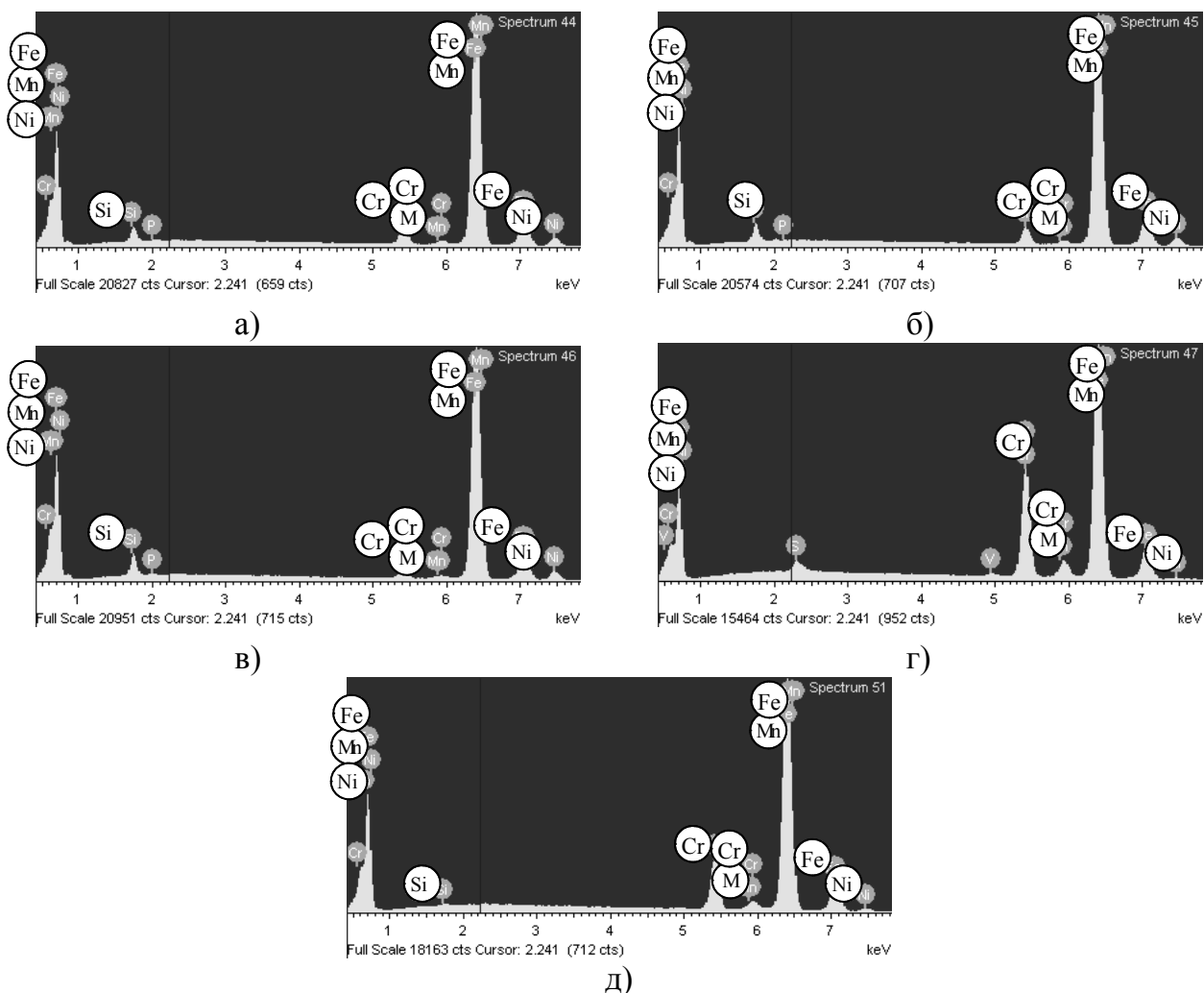


Рис. 4. Распределение элементов по телу зерна в матричной и карбидной фазе: а – в зоне выделений по центру зерна; б – на расстоянии 20 мкм в более темной зоне зерна; в – на расстоянии 40 мкм у края зерна; г - карбид цементитного типа; д – карбид цементитного типа на расстоянии 2-3 мм от ранее анализируемой зоны

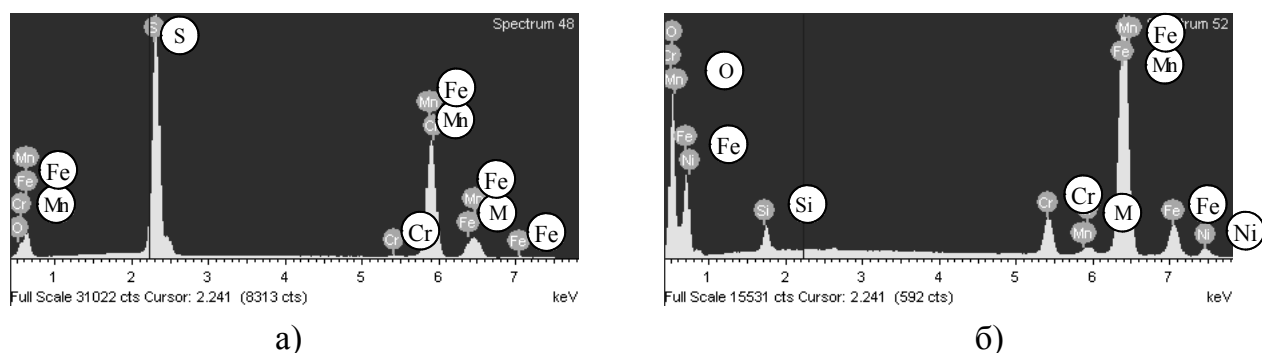


Рис. 5. Концентрация элементов во включениях: а – сульфид марганца; б – оксид железа

Модифицирование металла Superseed[®] inoculant совместно с бурой также повышает твердость до 79HS, однако по длине бочки она неоднородна 76-79HS. Введение только Superseed[®] inoculant снижает твердость до 72HS. Модифицирование среднехромистого чугуна Reseed[®] inoculant способствует повышению твердости и увеличивает долю остаточного аустенита до 28-31%, по сравнению с введением Superseed[®] inoculant – ($A_{ост} = 12-21\%$). Это свидетельствует о преимущественном формировании спецкарбида хрома при введении Reseed[®] inoculant.

Повышенное содержание остаточного аустенита позволяет проведением отжига при $450 \pm 10^\circ\text{C}$ дополнительно повысить твердость до 81HS при снижении H_c на 32-51%.

После циклической термической обработки при $450 \pm 10^\circ\text{C}$ твердость среднехромистых валков, как показали исследования, можно повысить на 3-4 ед. HS и снизить H_c в 1,8-2 раза за счет распада остаточного аустенита и снижения напряжений уже после первой ступени обработки.

Выводы

Исследованы особенности структурообразования среднехромистого чугуна типа Ni-hard 4. Показано, что при пониженной концентрации хрома (до 5-6%) формируется эвтектика ледебуритного типа, где ведущей фазой является легированный цементит. При повышенной концентрации хрома (более 7-8%) формируется аустенито-хромистокарбидная эвтектика, где матричной фазой является аустенит, а разветвленной - тригональный карбид Me_7C_3 .

Предложен модификатор Reseed® inoculant, который позволяет обеспечить получение однородного уровня твердости. Для его повышения рекомендован режим термической обработки, который за счет дополнительного распада остаточного аустенита увеличивает твердость на 3-4 ед. HS. Рекомендована зависимость, позволяющая по H_c прогнозировать уровень твердости рабочего слоя.

Список литературы: 1. Цыпин И.И. Белые износостойкие чугуны. / И.И. Цыпин. - М: Металлургия, 1983. - 176 с. 2. Будагьянц Н.А. Литые прокатные валки. / Н.А. Будагьянц, В.Е. Карский - М: Металлургия, 1983. - 175 с.

Поступила в редколлегию 01.10.2010

УДК 621

А.С. ГОРДЕЕВ, докт. техн. наук, проф., УИПА, г. Харьков

А.Г. БАСОВА, аспирант, УИПА, г. Харьков

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ГАЗОПЛАЗМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Показано, що для відновлення деталей типу поліграфічний вал, друкарський циліндр, підшипник кочення в друкарській секції доцільним є спосіб газоплазмового нанесення порошкових матеріалів з одночасним їх оплавленням, оскільки він дозволяє отримати тверді, зносостійкі поверхневі шари з різних матеріалів.

Показано, что для восстановления деталей типа полиграфический вал, печатный цилиндр, подшипник качения в печатной секции целесообразным является способ газоплазменного нанесения порошковых материалов с одновременным их оплавлением, т.к. он позволяет получить твердые, износостойкие поверхностные слои из различных материалов.

Введение. Качество печатной продукции зависит от решения сложных технических, экономических и организационных задач. Технической основой обеспечения качества любой продукции, в том числе и полиграфической, является необходимая точность работы оборудования, качества сырья и полуфабрикатов, квалификация обслуживающего персонала, организация производства, включая и организацию контроля производственных процессов и готовой продукции. В связи с этим по уровню качества продукции можно судить об уровне почти всех аспектов производственного процесса.

На качество печати большое влияние оказывают динамические нагрузки. При высоких динамических и вибрационных нагрузках в ротационной печатной машине возник-